

AN

10/523,139 D2

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-073596

(43)Date of publication of application : 16.03.1999

(51)Int.Cl.

G08G 1/09

G08G 1/16

(21)Application number : 09-233087

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 28.08.1997

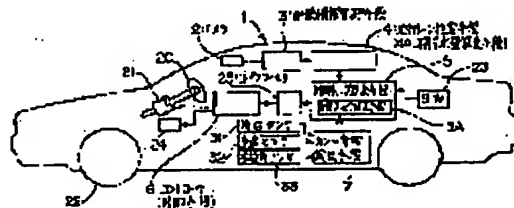
(72)Inventor : MIICHI YOSHIKAKI  
NAKANE YOSHIFUSA  
MIMURO TETSUSHI

## (54) TRAFFIC LANE DEVIATION PREVENTION DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to guide an avoidance of a traffic lane deviation in a traffic lane deviation prevention device by imparting a steering control torque in accordance with a degree to which a vehicle tends to deviate from the traffic lane, a cant condition of a road surface or the like, without disturbing a driver's steering.

**SOLUTION:** This device guide a prevention of a traffic lane deviation by making a steering actuator 21 impart a steering control torque of a degree to which a driver can simply overcome, apart from a steering torque for the driver in a direction for preventing his own vehicle from deviating from a traffic lane. In this case, the device is equipped with a slip quantity calculation means 4A for calculating the quantity of slip from a reference point of the running lane, a control torque calculation means 5 for calculating a control torque on the basis of the slip quantity and a control means 6 for control the steering actuator 21 so that the control torque is generated in a direction decreasing the slip quantity, and is provided with a control torque correction means 5A for correcting on the basis of cant information detected by a cant information detection means 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3209154

[Date of registration] 13.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自車両が走行車線から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの加える操舵トルクとは別にドライバが容易に打ち勝てる程度の操舵用制御トルクを該自車両の操舵アクチュエータにより付与させて該車両の車線逸脱の防止を案内する車線逸脱防止装置であって、

該走行車線の基準位置からの該車両の走行位置の横ずれ量を算出する横ずれ量算出手段と、

該横ずれ量算出手段で算出された該横ずれ量に基づいて 10 制御トルクを算出する制御トルク算出手段と、

該制御トルク算出手段で算出された該制御トルクが該横ずれ量を減らす方向に発生するように該操舵アクチュエータを制御する制御手段と、

該走行車線の路面のカント情報を検出するカント情報検出手段とをそなえ、

該制御トルク算出手段に、該横ずれ量に基づいた該制御トルクを該カント情報検出手段で検出されたカント情報に基づいて補正する制御トルク補正手段が設けられていることを特徴とする、車線逸脱防止装置。

【請求項 2】 自車両が走行車線から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの加える操舵トルクとは別にドライバが容易に打ち勝てる程度の操舵用制御トルクを該自車両の操舵アクチュエータにより付与させて該車両の車線逸脱の防止を案内する車線逸脱防止装置であって、

該走行車線の基準位置からの該車両の走行位置の横ずれ量を算出する横ずれ量算出手段と、

該横ずれ量算出手段で算出された該横ずれ量に基づいて 20 制御トルクを算出する制御トルク算出手段と、

該制御トルク算出手段で算出された該制御トルクが該横ずれ量を減らす方向に発生するように該操舵アクチュエータを制御する制御手段とをそなえるとともに、

該車両に生じる実際の横加速度を検出する実横加速度検出手段と、

該車両の操舵角を検出する操舵角検出手段と、

該車両の車速を検出する車速検出手段と、

該操舵角検出手段及び該車速検出手段で検出された操舵角及び車速に基づいて該車両に生じる理論上の横加速度を算出する理論横加速度算出手段と、

該理論横加速度算出手段で算出された理論上の横加速度と該実横加速度検出手段で検出された実際の横加速度との偏差を算出する偏差算出手段とをそなえ、

該制御トルク算出手段に、該横ずれ量に基づいた該制御トルクを該偏差算出手段で算出された偏差に基づいて補正する制御トルク補正手段が設けられていることを特徴とする、車線逸脱防止装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自車両が走行車線 50

から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの加える操舵トルクとは別にドライバが容易に打ち勝てる程度の操舵用制御トルクを加えて車両の車線逸脱の防止を案内する、車線逸脱防止装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、走行中の道路に対する車両の位置や姿勢の把握を行ない、これに基づいて自動車の自動走行制御を行なったり、ドライバの運転を案内したりする技術（運転案内装置）が開発されている。自動走行制御の場合、ドライバに何ら頼ることなく自動車を運転することが必要であり、道路をはじめとした基本的施設（インフラ）を整備するなど、その実用化には様々な条件整備が前提となる。

【0003】 一方、運転案内装置の場合、自動車を運転するのはあくまでもドライバであり、運転案内装置はドライバの運転操作のミスドライバに知らせたりミスを解消する方向へ運転を補助したりするものである。したがって、運転案内装置は、現在の道路環境においても実現可能な技術が多く、より実用性の高い運転案内装置の開発が望まれている。

【0004】 こうした運転案内装置の一つに車線逸脱防止装置がある。この車線逸脱防止装置としては、自動車が不注意で走行車線から逸脱しそうになると運転車に警告を発する技術（特開昭 63-214900 号公報）がある。しかし、単に警告を発するだけでは居眠りをしているドライバには有効でない場合があるため、さらに積極的に、自動車が走行車線内の一定位置（例えば中央位置）を走行するように操舵制御を行なう技術（特開平 2-270005 号公報）も提案されている。

【0005】 さらに、このように自動車が走行車線内の一定位置を維持するように制御する場合、ドライバの不用意な操舵など一時的な操舵異常により自動車が走行車線内からはみ出そうとした際にこの制御がはたらくと他車両との緩衝を招くことがある。このため、こうした場合には自動車を走行車線内の一定位置まで戻すのではなく、走行車線内であっても車両がはみ出そうとした側に偏った位置を保持するように操舵制御を行なう技術（特開平 5-297939 号公報）も提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述のような運転案内装置の一つである車線逸脱防止装置の場合、自動車が走行車線から逸脱しないようにするためにドライバの加える操舵トルクとは別に操舵用アクチュエータを通じて操舵用制御トルクを加えることが必要になるが、この場合に加える操舵用制御トルクは、小さ過ぎては効果を期待することができず、逆に、大き過ぎてはドライバ自身による操舵操作の妨げとなってしまう。

【0007】 つまり、このような運転案内としての車線逸脱防止のための操舵用制御トルクは、ドライバの操舵操作を案内したりドライバの操舵上のミスを解消する方

向へ操舵を補助したりするものであり、操舵する主体はあくまでもドライバである。従って、この場合の操舵用制御トルクの付与は、自動車が走行車線を逸脱しそうになっていることをドライバに知らせることが主目的であり、実際に車両を車線内に保持するための操舵トルクはドライバ自身により加えられるようにしたい。

【0008】特に、自動車がドライバの意に反して走行車線から逸脱しそうになっているか否かの判断を的確に行なうのは困難である。例えば単純に自動車が走行車線内の所定の範囲から外れそうになったら自動車が意に反して走行車線から逸脱しそうな状態であると判断することができるが、これでは、車線変更などドライバの意思で走行車線から脱しようとするときにも意に反した走行車線逸脱と判定してしまうことになる。

【0009】このような判定に基づいて操舵用アクチュエータにより制御トルクを発生させると、ドライバの意思で走行車線から脱しようとするときに、このドライバの操舵操作に対抗する方向に操舵用制御トルクが発生することになり、操舵用制御トルクが大き過ぎるとドライバの意思による車線変更等の操舵操作に支障を来すことになり、この点からも、操舵用制御トルクが過剰にならないようにしたい。

【0010】また、このような操舵用制御トルクを付与した場合、ドライバは一般に操舵用制御トルクの大きさに応じた反応を示すものと考えられる。つまり、操舵用制御トルクを大きくすれば、ドライバは比較的速やかに車線逸脱回避のための操舵操作を行なうものと考えられる。このため、操舵用制御トルクの大きさは、単に過剰にならないようにするだけでなく、車両が走行車線から逸脱しようとしている度合い（例えば走行車線の基準位置からの車両の横ずれ量）に応じたものにすることが、車線からの逸脱を速やか且つ円滑に回避する上で好ましい。

【0011】さらに、車両は路面状態や走行状態に応じて横方向への力を受けることがあり、このような横力は車両の操舵にも影響する。例えば一般にカーブ路では、路面をカーブ内側に下降するように横傾斜させたカントが設けられている。このようなカントでは、車両への重力が旋回内側への力（向心力）として作用するため、この点を考慮して操舵用制御トルクの大きさや方向を設定するようにしたい。

【0012】本発明は、上述の課題に鑑み創案されたもので、ドライバの意思による操舵操作を妨げることなく且つ車両が走行車線から逸脱しようとしている度合いや路面のカント状況等に応じて適切な操舵用制御トルクを付与することにより車線逸脱の回避をドライバに的確に案内できるようにした、車線逸脱防止装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】 このため、請求項 1 記載 50

の本発明の車線逸脱防止装置では、横ずれ量算出手段が、走行車線の基準位置からの自車両の走行位置の横ずれ量を算出し、制御トルク算出手段が、横ずれ量算出手段で算出された横ずれ量に基づいて操舵用制御トルクを算出する。このとき、制御トルク算出手段の制御トルク補正手段では、横ずれ量に基づいて算出した制御トルクをさらにカント情報検出手段で検出された路面のカント情報に基づいて補正して、横ずれ量及びカント情報に基づくと共にドライバが容易に打ち勝てる程度の大きさの操舵用制御トルクを設定する。

【0014】制御手段は、このように制御トルク算出手段で設定された制御トルクが横ずれ量を減らす方向に発生するように車両の操舵アクチュエータを制御する。これにより、自車両が走行車線から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの加える操舵トルクとは別にドライバが容易に打ち勝てる程度で且つ車両の横ずれ量や路面のカント状況に応じた操舵用制御トルクが操舵アクチュエータにより付与されて車両の車線逸脱の防止が案内される。

【0015】また、請求項 2 記載の本発明の車線逸脱防止装置では、横ずれ量算出手段が、走行車線の基準位置からの自車両の走行位置の横ずれ量を算出し、制御トルク算出手段が、横ずれ量算出手段で算出された横ずれ量に基づいて操舵用制御トルクを算出する。このとき、理論横加速度算出手段で、操舵角検出手段で検出された操舵角及び該車速検出手段で検出された車速に基づいて自車両に生じる理論上の横加速度が算出され、偏差算出手段で、理論横加速度算出手段で算出された理論上の横加速度と実横加速度検出手段で検出された実際の横加速度との偏差が算出されて、制御トルク算出手段の制御トルク補正手段では、横ずれ量に基づいた制御トルクを偏差算出手段で算出された偏差に基づいて補正して、横ずれ量及び理論上の横加速度と実際の横加速度との偏差に基づくと共にドライバが容易に打ち勝てる程度の大きさの操舵用制御トルクを設定する。

【0016】制御手段は、このように制御トルク算出手段で設定された制御トルクが横ずれ量を減らす方向に発生するように車両の操舵アクチュエータを制御する。これにより、自車両が走行車線から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの加える操舵トルクとは別にドライバが容易に打ち勝てる程度で且つ横ずれ量及び理論上の横加速度と実際の横加速度との偏差に応じた操舵用制御トルクが操舵アクチュエータにより付与されて車両の車線逸脱の防止が案内される。

【0017】

【発明の実施の形態】 以下、図面により、本発明の実施の形態について説明すると、図 1～図 10 は本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置を示すものである。本車線逸脱防止装置（レーンガイダンスシステムとも言う）は、自動車において自車両が走行車線から逸脱しそ

うになるとこれを防止するためのものであり、走行車線に対する自車両の位置を認識して、車線逸脱のおそれが生じると、図 1 に示すように、車両にそなえられた操舵アクチュエータ 2 1 によりドライバの加える操舵トルクとは別の操舵トルク（この操舵トルクは、ドライバの加える操舵トルクと区別するために操舵用制御トルクと呼ぶ）を与えて、操舵中のドライバにステアリングホイール（以下、ハンドルともいう）2 0 を通じて車線逸脱を警告するものである。

【0018】もちろん、この操舵用制御トルク自体も、車両の挙動を修正する作用があるが、この操舵用制御トルクは、あくまでも操舵系を通じてドライバに警告することが主目的であり、車線を逸脱しそうな車両の位置を修正するのは、この操舵用制御トルクが加えられたことで車線を逸脱しそうなことを認識したドライバの操舵操作によって行なうべきものとしている。

【0019】したがって、本車線逸脱防止装置は、図 1 に示すように、走行車線に対する自車両の位置を認識するために、車両 1 の前方前方の道路状態を撮像する撮像手段としてのカメラ 2 と、カメラ 2 からの画像情報から画像情報を適宜処理して前方道路上の左右の白線位置を認識する画像情報処理手段 3 と、この画像情報処理手段 3 による白線位置画像情報から車両の走行レーン（走行車線）の基準位置に対する横ずれ量  $\Delta Y$  を算出する横ずれ量算出手段 4 A とをそなえている。

【0020】なお、この横ずれ量  $\Delta Y$  は、車両 1 が車線を逸脱しそうな度合いに関する判定パラメータに相当する。また、横ずれ量算出手段 4 A は、自車両に対する走行車線（走行レーン）の相対位置を推定する走行レーン推定手段 4 内の機能要素としてそなえられている。さらに、本車線逸脱防止装置は、この横ずれ量算出手段 4 A により算出された横ずれ量（横偏差） $\Delta Y$ 、即ち、車線を逸脱しそうな度合いに基づいて、操舵用制御トルク  $T_c$  を算出する制御トルク算出手段 5 と、ドライバの加える操舵トルクとは別に操舵用制御トルクを操舵系に付与しうる操舵アクチュエータ 2 1 と、この制御トルク算出手段 5 で算出された操舵用制御トルク  $T_c$  が横ずれ量  $\Delta Y$  を減らす方向に発生するように操舵アクチュエータ 2 1 を制御する制御手段（コントローラ）6 とをそなえている。

【0021】また、本車線逸脱防止装置の作動を選択するスイッチ（SW）2 3 がそなえられている。したがって、本装置を作動させたいければスイッチ 2 3 をオンに、本装置を作動させたくないければスイッチ 2 3 をオフに、ドライバの好みに応じて選択できるようになっている。さらに、例えばインパネ（インストルメントパネル）内には、スイッチ 2 3 がオンの場合、又は、車線逸脱防止のための制御トルクが加えられている場合に、これを表示する作動表示部 2 4 が設けられている。

【0022】なお、画像情報処理手段 3、走行レーン推

定手段 4（横ずれ量算出手段 4 A）、制御トルク算出手段 5、コントローラ 6 は、CPU、入出力インタフェース、ROM、RAM 等をそなえてなる電子制御ユニットとして構成される。まず、走行車線に対する自車両の位置認識、即ち、自車両の横ずれ量  $\Delta Y$  の算出について説明する。

【0023】画像情報処理手段 3 では、まず、図 2 に示すように、カメラ 2 からの原画像 4 1 を取り込み、この原画像 4 1 から道路白線を抽出して、抽出した道路白線の画像を、鉛直上方から見たような平面視画像 4 2 に変換する。次に、白線 1 2 L、1 2 R の認識について図 3 を参照しながら説明する。なお、ここでは、走行レーン左端の路側線としての白線 1 2 L の認識について説明するが、走行レーン右端の白線 1 2 R を基準とする場合についても同様であるため、左端の白線 1 2 L については単に白線 1 2 と称することにする。

【0024】次に、画像情報認識手段 3 では、図 3

（a）に示すように、車両 1 にそなえられたカメラ 2 により平地において車両前方の範囲（例えば 5 m ～ 3 0 m）の白黒画像情報を取り込み、この画像情報から画面上で縦方向の画像を一部省略する。そして、この画面上で等間隔になるような複数の水平線 1 1 を設定する。この白黒画像情報の取り込みは、微小な制御周期毎に更新されるようになっており、図 3（b）に示すように、それぞれの水平線 1 1 上において前回の画面での白線位置の左右の所要の範囲（ここでは、左右 5 0 画素〔dot〕）を白線探索エリア（処理対象領域）1 0 として設定する。また、初回の画面は、直線路における白線位置を前回の画面データとして利用する。

【0025】そして、図 3（c）に示すように、各水平線の明度をそれぞれ左から横方向に微分する。また、図中の符号 1 4 はガードレールである。ところで、通常の路面は輝度が低く、輝度変化も小さい。これに対して、白線 1 2 は通常の路面に比較して輝度が非常に高いので、このように道路の明度を微分すると、通常の路面から白線 1 2 への境界点で輝度変化がプラス、白線 1 2 から通常の路面への境界点で輝度変化がマイナスとなるような微分データが得られる。このような微分データの一例を図 3（d）に示す。

【0026】そして、各水平線 1 1 のデータそれぞれについて、微分値のピークが左からプラス、マイナスの順に並んで現れ、且つそれぞれのピークの間隔が白線 1 2 として妥当と思われる程度（プラスのピークからマイナスのピークまでの間隔が例えば 3 0 dot 以内）に納まっている組み合わせを白線候補として抽出し、通常は、図 3（e）に示すように、その中点 M を白線候補点 1 5 として保存する。

【0027】そして、これらの白線候補点 1 5 のうち、画面中心に最も近いもののみを最終候補点として残す。これは、例えば車両 1 が左側通行の場合、探索エリア 1

0 の中の右側が通常輝度変化の少ない道路面であり、この通常の道路面に最も近い白線候補点 15 が白線 12 と判断できる。したがって白線 12 よりもさらに左側に、ノイズの原因となる物体（例えばガードレール 14 等）が存在する場合であっても、カメラ 2 により撮像された画像情報から白線 12 を確実に認識することができる。

【0028】そして、図 3 (f) に示すように、最後に各水平線データにおける白線候補点 15 の上下方向の連続性を画面の下方から順次検証していく。まず、事前に前画面での白線 12 の上下端間の傾きを計算しておく。そして、最下点 15 A を白線 12 とすると、一本だけ上の水平線 11 上の候補点 15 B が、前回の白線 12 の傾き分士 50 dot の範囲内に入っているかを検証する。

【0029】候補点 15 B がこの範囲内に入っていればこれを白線とし、入っていないときは候補点 15 B は却下されて、上述の傾きから補間計算した座標が白線位置としてみなされる。そして、この検出を各水平線について同様の作業を行なうことにより、連続した白線 12 を認識することができるのである。このような白線認識の作業は、所要の周期で継続して行なわれ、その都度白線 12 の認識が更新されるようになっている。

【0030】走行レーン右端の路側線としての白線 12 R の認識につき、これと同様に行なわれる。推定手段 4 では、このように各認識周期で認識された原画像 41 上の白線 12 R、12 L を平面視画像 42 に変換して、走行レーン左端の白線 12 L から推定しうる道路中心線 LC、と走行レーン右端の白線 12 R から推定しうる道路中心線 LC、とに基づいて、道路中心線 LC の推定を行なって、この道路中心線 LC に基づいて横ずれ量  $\Delta Y$  及び偏角  $\beta$  を算出する。

【0031】なお、偏角  $\beta$  とは、図 4 に示すように、屈曲した道路中心線 LC の接線と車両中心線方向とがなす角であり、車両から所定距離だけ離れた第 1 検出点（図中には近地点と示す）における基準線位置情報と、この近地点よりもさらに車両 1 から所定量だけ離れた第 2 検出点（図中には遠地点と示す）における基準線位置情報とから算出することができる。

【0032】つまり、偏角  $\beta$  は、これらの第 1 検出点と第 2 検出点とを結んだ直線と、車両 1 の中心線とがなす角として算出するようになっている。このようにして算出される偏角は、第 1 検出点と第 2 検出点との中間地点（図中×印）における偏角であり、少なくとも車両 1 から一定以上前方の地点の偏角である。そして、この例では、カメラ 2 による画像情報に基づく道路中心線 LC のうち車両に最も近い地点を第 1 検出点としており、この第 1 検出点における自車両中心線と道路中心線 LC との横方向距離（道路幅方向、カメラ画像の横方向距離）を横ずれ量（横偏差） $\Delta Y$  として算出する。また、算出された偏角  $\beta$  に基づいてカーブ半径 R を推定するようになっている。

【0033】制御トルク算出手段 5 では、このようにして算出される走行車線の基準位置（道路幅中央位置）に対する車両の横ずれ量に基づいて操舵用制御トルク  $T_c$  を設定するが、本装置では、この操舵用制御トルク  $T_c$  の設定に特徴がある。つまり、この操舵用制御トルク  $T_c$  は、自動操舵に用いる操舵トルクとは異なり、ドライバに警告することが主目的であって、車両の位置を修正するのはドライバの操舵操作によるため、操舵用制御トルク  $T_c$  は、ドライバの操舵操作を妨げない程度の大きさに、つまり、ドライバが容易に打ち勝てる程度の大きさに制限されている。

【0034】したがって、車線を逸脱しそうなときにこの逸脱を回避する方向に操舵用制御トルク  $T_c$  を加えた場合にも、ドライバが車線を逸脱する方向に操舵操作を行なおうとすれば、十分にこれを行なえるようになっている。これにより、車両を走行車線外に退避させるための緊急操舵も容易に行なえ、また、レーンチェンジの際に操舵用制御トルク  $T_c$  が働いたとしても、レーンチェンジの妨げにはならないようになっている。

【0035】また、操舵用制御トルク  $T_c$  は、車両の横ずれ量  $\Delta Y$  に応じた大きさに設定されるようになっている。つまり、制御トルク算出手段 5 では、図 5 に示すように、横ずれ量  $\Delta Y$  に比例するように操舵用制御トルク  $T_c$  を設定する。なお、図 5 中、横ずれ量  $\Delta Y$  に関する横座標は、右方向が右側への横ずれを、左方向が左側への横ずれを示しており、制御トルク  $T_c$  に関する縦座標は、上方向が車両を車線左側へ導く左操舵を、下方向が車両を車線右側へ導く右操舵を示している。

【0036】図 5 に示すように、車両が道路中心線から右側へずれば、この横ずれ量  $\Delta Y$  に応じて車両を車線左側へ導く左操舵の制御トルク  $T_c$  を設定し、車両が道路中心線から左側へずれば、この横ずれ量  $\Delta Y$  に応じて車両を車線右側へ導く右操舵の制御トルク  $T_c$  を設定する。ただし、いずれも、制御トルク  $T_c$  の大きさは一定値  $T_{cm}$  で制限している。ここでは、横ずれ量  $\Delta Y$  の大きさが  $Y_1$  となったら制御トルク  $T_c$  の大きさを一定値  $T_{cm}$  に制限している。これは、上述のように、ドライバが容易に打ち勝てる程度の大きさに制限しているのである。

【0037】さらに、制御トルク算出手段 5 は、走行車線の路面の横傾斜、即ち、カント情報に基づいて、横ずれ量  $\Delta Y$  から算出した操舵用制御トルク  $T_c$  を補正する制御トルク補正手段 5 A をそなえている。また、この制御トルク補正手段 5 A にカント情報を入力するためにカント情報検出手段 7 が設けられている。本実施形態のカント情報検出手段 7 では、横加速度センサ（横 G センサ）31、車速センサ 32、操舵角センサ 33 からの検出情報（即ち、実横加速度（実横 G）、車速 V、操舵角  $\theta_{th}$ ）に基づいて、カントに対応する値として、計算横加速度（計算横 G）と実横加速度（実横 G）との偏差で



ある横加速度偏差（横G偏差） $\Delta G_y$ を算出し、この横G偏差 $\Delta G_y$ をカント情報として出力するようになってい

$$\Delta G_y = \text{計算横G} - \text{実横G}$$

$$G_{yc} = \left[ \theta_{th} / (r \cdot g) \right] \times \left[ (V^2 / HB) / (1 + SF \times V^2) \right]$$

なお、 $G_{yc}$ ：計算横G、 $\theta_{th}$ ：操舵角、 $r$ ：ステアリングギヤ比、 $g$ ：重力加速度、 $V$ ：車速、 $HB$ ：車両のホイールベース、 $SF$ ：スタビリティファクタである。

【0039】このように横G偏差 $\Delta G_y$ をカント情報としているのは、以下の理由による。つまり、車両が旋回していると車両には横G（実横G）が生じる。この実横Gは、タイヤが通常範囲以上の横滑りを生じないで路面が平坦（カントが0）であれば、操舵角 $\theta_{th}$ と車速 $V$ とから式（2）により求められる計算横Gは、この実横Gとほぼ等しくなる。しかし、路面にカントが設けられていると、同一曲率のカーブ路においても比較的小さな操舵角で旋回を行なうことができる。したがって、カントが設けられているとその分だけ計算横Gは小さくなり、これに応じて横G偏差 $\Delta G_y$ が小さく（負の値）になる。

【0040】また、ここでは、横G偏差 $\Delta G_y$ 、計算横G、実横Gについては、いずれも旋回外方を正、旋回内方を負としている（正負の設定はこれと逆でもよい）。上述のように、カントのあるカーブを旋回しているときには、計算横Gの大きさは実横Gの大きさよりも小さいため、横G偏差 $\Delta G_y$ は負となる。また、一般の道路にはほとんど有り得ないが、カントが逆に設けられていれば横G偏差 $\Delta G_y$ は正となる。

【0041】制御トルク補正手段5Aでは、このように算出された横G偏差 $\Delta G_y$ に対して、図7に示すような特性C1、C2で、カント補正係数 $K_c$ を設定して、横ずれ量 $\Delta Y$ から算出した操舵用制御トルク $T_c$ にこのカント補正係数 $K_c$ を乗じることで、操舵用制御トルク $T_c$ をカント補正するようになっている。なお、図7において、横軸は横G偏差 $\Delta G_y$ を示し、縦軸はカント補正係数 $K_c$ を示しており、実線で示す特性C1は車両が道路中心線LCに対して旋回外側に横ずれしている場合のものであり、破線で示す特性C2は車両が道路中心線LCに対して旋回内側に横ずれしている場合のものである。

【0042】一般に、カントのあるカーブを走行しているときには、カントに応じて車両に作用する重力が旋回を助ける方向に働くので、旋回内側への操舵用制御トルクは小さくなり、旋回外側への操舵用制御トルクは大きくなるように補正を行なっている。つまり、カントのあるカーブを走行しているときには、横G偏差 $\Delta G_y$ は負になるので、このとき、車両が道路中心線LCに対して旋回外側に横ずれしていて車両の横方向位置を旋回内側に調整しようとする場合、カント補正係数 $K_c$ は、特性

\* ることができ、横G偏差 $\Delta G_y$ 及び計算横Gは、次式で算出される。

$$[0038] \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\dots \dots \dots (2)$$

C1で示すように横G偏差 $\Delta G_y$ の大きさに応じて1よりも小さい値に設定される。これにより、カント補正係数 $K_c$ を乗じられる操舵用制御トルク $T_c$ は減少補正される。

【0043】また、カントのあるカーブを走行しているときに、車両が道路中心線LCに対して旋回内側に横ずれしていて車両の横方向位置を旋回外側に調整しようとする場合、カント補正係数 $K_c$ は、特性C1で示すように横G偏差 $\Delta G_y$ の大きさに応じて1よりも大きい値に設定される。これにより、カント補正係数 $K_c$ を乗じられる操舵用制御トルク $T_c$ は増加補正される。

【0044】ところで、横G偏差 $\Delta G_y$ はカントのみならず、車両に加わる他の操舵影響要素も含んでいるため、ここで、カント補正と称している横G偏差 $\Delta G_y$ に基づいた制御トルク補正は、車両に作用する種々の操舵影響要素に対して補正することになる。また、操舵アクチュエータ21は、詳細には図示しないが、ステアリングシャフトにトルクを加えうるアクチュエータであればよく、例えばステアリングシャフトのトーションバーよりも下方（パワーステアリング側）に設置した小型電動トルクモータにより構成してもよい。

【0045】なお、制御トルク算出手段5とコントローラ6との間には、実際に操舵アクチュエータ21で発揮される制御トルクが急変することなく滑らかに連続するように制御トルク算出情報の出力に対して平滑化処理するローパスフィルタ25が介装されている。本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置は、上述のように構成されているので、車線逸脱防止の処理は、例えば図9に示すように行なわれる。

【0046】つまり、制御スイッチ23がオンか否かが判定され（ステップS10）、制御スイッチ23がオンでなければ車線逸脱防止の処理は行なわないが、制御スイッチ23がオンであれば、ステップS20以降の処理を行なう。即ち、まず、制御トルク算出手段5で横ずれ量に応じた制御トルクを算出し（ステップS20）、制御トルク補正手段5Aでこの制御トルクにカント補正を施し（ステップS30）、コントローラ6を通じて、このカント補正を施された制御トルクに応じた制御量で操舵アクチュエータ21を作動させるとともに、作動表示部24に表示信号を出力する（ステップS40）。

【0047】このような処理を図10のブロック図を用いて説明すれば、走行車線に対して、ドライバ側ではこれを視覚により認知しながら適宜判断を行なって、操舵操作を行なう。一方、本車線逸脱防止装置（レーンガイ



ダンスシステム)では、まずカメラ2を通じた画像認識により走行車線に対するレーン認識を行なって、車両の車線の基準位置(ここでは、道路中心線LC)からの横ずれ量 $\Delta Y$ を算出して、この横ずれ量 $\Delta Y$ から操舵用制御トルク $T_c$ を算出する。さらに、この操舵用制御トルク $T_c$ をカント補正して、この補正した操舵用制御トルクに基づいて操舵アクチュエータ21を作動させる。

【0048】これにより、ドライバの操舵トルクと操舵アクチュエータ21による操舵用制御トルクとが加算された状態となって、パワーステアリング装置を経て操舵輪22側へ伝達され、操舵輪22を転舵するのである。このような各処理について更に詳述すれば、制御トルクを算出するにあたり、まず、車両が走行車線からどの程度逸脱しているかの指標である、横ずれ量 $\Delta Y$ を算出する必要がある。本装置では、走行レーン推定手段4により、自車両に対する走行車線(走行レーン)の相対位置を推定し、これに基づいて横ずれ量 $\Delta Y$ を算出する。ここでは、カメラ2による画像情報に基づく道路中心線LCのうち車両に最も近い地点(第1検出点)における自車両中心線と道路中心線LCとの横方向距離(道路幅方向、カメラ画像の横方向距離)を横ずれ量(横偏差) $\Delta Y$ として算出する。

【0049】つまり、本装置では、走行レーン左端の白線12Lと、走行レーン右端の白線12Rとに関して白線認識を行ない、この白線認識から、車両の走行している走行レーンが車両に対してどのような位置にあるか

(逆に言えば、車両が走行レーンに対してどのような位置にあるか)を推定するが、まず、各白線12L、12Rの認識について、左側の白線12Lを例に説明する。

【0050】まず、図3(a)に示すように、カメラ2により平地において車両前方の範囲(例えば5m~30m)の白黒画像情報を微小な制御周期毎に取り込み、各周期毎に、この画面上で等間隔になるような複数の水平線11を設定する。そして、図3(b)に示すように、それぞれの水平線11上において前回の画面での白線位置の左右の所要の範囲(例えば左右50画素[dot])を白線探索エリア(処理対象領域)10として設定する。なお、初期画面では、直線路における白線位置を前回の画面データとして利用する。

【0051】このような画像情報から、図3(c)に示すように、各水平線の明度をそれぞれ左から横方向に微分して、このような各水平線の微分データ[図3(d)参照]から、微分値のピークが左からプラス、マイナスの順に並んで現れ、且つそれぞれのピークの間隔が白線12として妥当と思われる程度(プラスのピークからマイナスのピークまでの間隔が例えば30dot以内)に納まっている組み合わせを白線候補として抽出し、その中点を白線候補点15として保存する[図3(e)参照]。

【0052】そして、これらの白線候補点15のうち、

画面中心に最も近いもののみを最終候補点として残す。このように白線候補点15を画面中心に最も近いものに限定することにより、白線12よりもさらに外側に、ノイズの原因となる物体(例えばガードレール14や他の走行レーンの車両等)が存在する場合であっても、カメラ2による画像情報から白線12を確実に認識することができる。

【0053】最後に、図3(f)に示すように、各水平線データにおける白線候補点15の上下方向の連続性を画面の下方から順次検証していく。まず、事前に前面での白線12の上下端間の傾きを計算しておく。そして、最下点15Aを白線12とすると、一本上の水平線11上の候補点15Bが、前回の白線12の傾き分士50dotの範囲内に入っているかを比較して、候補点15Bがこの範囲内に入っていればこれを白線とし、入っていないときは候補点15Bは却下されて、上述の傾きから補間計算した座標を白線位置とみなす。

【0054】このような作業を各水平線について行なうことにより、連続した白線12を認識することができる。このような白線認識の作業は、所要の周期で継続して行なわれ、その都度白線12の認識を更新していく。こうして、周期的に走行レーンの左右の白線12L、12Rの認識を行なうが、これと同様に行なわれる。

【0055】そして、推定手段4では、各道路中心線LC<sub>l</sub>、LC<sub>r</sub>を平均して道路中心線LC(=LC<sub>l</sub>+LC<sub>r</sub>)を算出する。こうして推定された道路中心線LCに基づいて、横ずれ量(横偏差) $\Delta Y$ 及び偏角 $\beta$ の算出や走行レーンの曲率(道路曲率)の算出が行なわれる。制御トルク算出手段5による操舵用制御トルク $T_c$ の算出は、図5に示すようなマップやテーブル又は演算式を用いて行なう。操舵用制御トルク $T_c$ は、横ずれ量 $\Delta Y$ に比例し、且つ、その大きさを一定値で制限される。つまり、図5に示すように、車両が道路中心線から右側へずれば、この横ずれ量 $\Delta Y$ に応じて車両を車線左側へ導く左操舵の制御トルク $T_c$ を設定し、車両が道路中心線から左側へずれば、この横ずれ量 $\Delta Y$ に応じて車両を車線右側へ導く右操舵の制御トルク $T_c$ を設定するが、いずれも、制御トルク $T_c$ の大きさは一定値 $T_{cm}$ で制限される。

【0056】このように制御トルク $T_c$ を制限することで、制御トルク $T_c$ が課題になることはなく、制御トルク $T_c$ の大きさはドライバが容易に打ち勝てる程度に保たれることになる。したがって、この操舵用制御トルク $T_c$ を付与されることで、ドライバは車線逸脱(道路中心線からの外れ)とその修正方向をハンドル20の保舵感等から感じ取り、車両位置の修正が、ドライバの操舵操作によって速やかに行なわれるようになる。この操舵用制御トルク $T_c$ 自体もドライバへの警告の意味だけでなく車両位置の修正のためにも有効となる。また、操舵用制御トルク $T_c$ による警告は、例えば脇見運転のドラ

イバに対しても有効であり、この場合、車線からの逸脱を未然に防ぎながら、ドライバへ協見運転の防止を促すことになる。

【0057】さらに、制御トルク算出手段5では、制御トルク補正手段5Aにより、横G偏差 $\Delta G_y$ に基づいて図7に示すような特性C1、C2で、カント補正係数 $K_c$ を設定してカント補正を施す。つまり、一般に、カントのあるカーブを走行しているときには、カントに応じて車両に作用する重力が旋回を助ける方向に働くので、旋回内側への操舵用制御トルクは小さくして、旋回外側への操舵用制御トルクは大きくするように補正を行なうのである。これにより、道路のカント影響により操舵用制御トルク $T_c$ が大きくなったり小さくなったりしてドライバに違和感を与えるような事態も解消される。

【0058】また、ローパスフィルタ25により、操舵用制御トルク $T_c$ が平滑化処理されて出力されるので、操舵アクチュエータ21で発生する操舵用制御トルクが急変することなく滑らかに連続するようになり、車線逸脱防止の制御を安定させることができる利点もある。なお、制御トルク算出手段5による操舵用制御トルク $T_c$ の算出は、横ずれ量 $\Delta Y$ に対して図5に示すような特性に限定されない。

【0059】つまり、操舵用制御トルク $T_c$ は、横ずれ量 $\Delta Y$ が大きくなればこれを小さくするように作用するものであればよく、特に、横ずれ量 $\Delta Y$ が小さい領域では操舵用制御トルク $T_c$ を0として、この領域（不感帯）よりも横ずれ量 $\Delta Y$ の大きさが大きくなれば、操舵用制御トルク $T_c$ を横ずれ量 $\Delta Y$ に応じて設定するようにしてもよい。この場合、操舵用制御トルク $T_c$ を横ずれ量 $\Delta Y$ に対して線型に増加させてもよく、また、ステップ状に増加させてもよい。

【0060】さらに、図6に示すように、不感帯領域よりも横ずれ量 $\Delta Y$ の大きさが大きくなれば、横ずれ量 $\Delta Y$ が減少する方向に一定の大きさの操舵用制御トルク $T_c$ を設定するようにしてもよい。また、制御トルク補正手段5Aによるカント補正係数 $K_c$ の算出も、横ずれ量 $\Delta Y$ に対して図7に示すような特性に限定されない。

【0061】つまり、カント補正係数 $K_c$ も、カント度合い（ここでは、横G偏差 $\Delta G_y$ ）が大きいほどこの影響を解消するような傾向のものであればよく、例えば、図8に示すように、カント度合いが小さい領域ではカント補正係数 $K_c$ を1として、この領域（不感帯）よりもカント度合いが大きくなれば、カント補正係数 $K_c$ をカント度合いに応じて設定するようにしてもよい。

【0062】また、本実施形態では、車両に生じる横加速度に着目して、横G偏差 $\Delta G_y$ として、カント状態を含んだ車両に加わる操舵影響要素を推定しているが、例えば道路側に路面のカント情報を発する情報発信手段をそなえ、車両側にこのカント情報を受信する情報受信手段をそなえるようにして、路車間通信によりカント情報

を得て、カント補正を行なうようにしてもよい。

【0063】この場合の情報の伝達は、電波によるものでもよいが、道路側の白線にカント情報を含ませておき、車両1側のカメラ2でとらえた画像情報の処理過程で画像情報からこのカント情報を抽出しこうして得たカント情報に基づいてカント補正を行なうようにしてもよい。さらに、道路側に磁気ネイルを備える場合には、この磁気ネイルにカント情報を含ませておき、車両側の磁気センサでとらえた磁気情報の処理過程で磁気情報からこのカント情報を抽出してカント補正を行なうようにしてもよい。

【0064】また、予め車両に道路の間と情報を含んだ道路位置情報を記憶手段に記憶しておき、GPSや自律航法により車両の位置情報を検出するようにして、検出した車両の位置情報と記憶された道路位置情報とから走行車線のカント情報を得るようにしてもよい。

【0065】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1記載の本発明の車線逸脱防止装置によれば、自車両が走行車線から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの操舵力とは別にドライバが容易に打ち勝てる程度の操舵用制御トルクが操舵アクチュエータにより付与されるため、ドライバの意思による操舵操作を妨げることなく、操舵用制御トルクを付与による車線逸脱防止の案内を行なうことができ、しかも、操舵用制御トルクは車両の横ずれ量や路面のカント状況に応じた大きさに設定されるので、車両が逸脱しようとしている度合いに応じて且つ路面のカントを考慮しながら適切な大きさの操舵用制御トルクを付与することができるようになり、車線逸脱防止の案内を状況に応じて的確に行なうことができる。また、請求項2記載の本発明の車線逸脱防止装置によれば、自車両が走行車線から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの操舵力とは別にドライバが容易に打ち勝てる程度の操舵用制御トルクが操舵アクチュエータにより付与されるため、ドライバの意思による操舵操作を妨げることなく、操舵用制御トルクを付与による車線逸脱防止の案内を行なうことができ、しかも、操舵用制御トルクは車両の横ずれ量や理論上の横加速度と実際の横加速度との偏差に応じた大きさに設定されるので、車両が逸脱しようとしている度合いに応じて且つ路面から受ける横力状況を考慮しながら適切な大きさの操舵用制御トルクを付与することができるようになり、車線逸脱防止の案内を状況に応じて的確に行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置の構成を模式的に示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態にかかる走行レーン認識のための画像処理を説明する図である。

【図3】本発明の一実施形態にかかる走行レーン認識を

(a) ~ (f) の順で説明する模式図である。

【図 4】走行レーン認識を説明する模式的な平面図である。

【図 5】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置にかかる操舵用制御トルクの設定マップの一例を示す図である。

【図 6】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置にかかる操舵用制御トルクの設定マップの他の例を示す図である。

【図 7】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置にかかる操舵用制御トルクのカント補正マップの一例を示す図である。

【図 8】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置にかかる操舵用制御トルクのカント補正マップの他の例を示す図である。

【図 9】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置の動作を説明するフローチャートである。

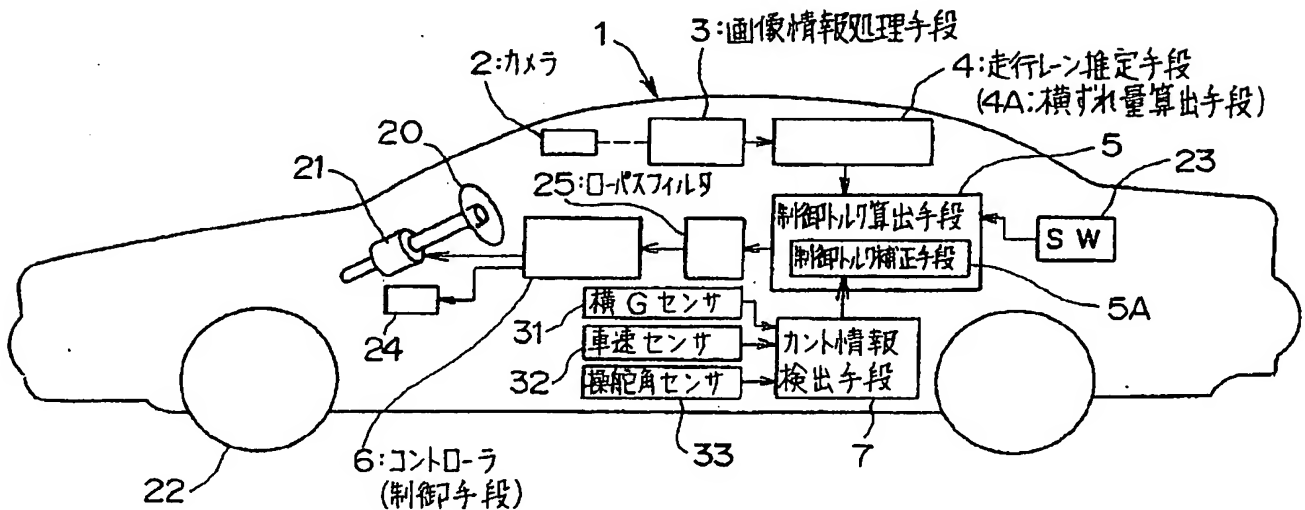
【図 10】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置の作用を説明するブロック図である。

【符号の説明】

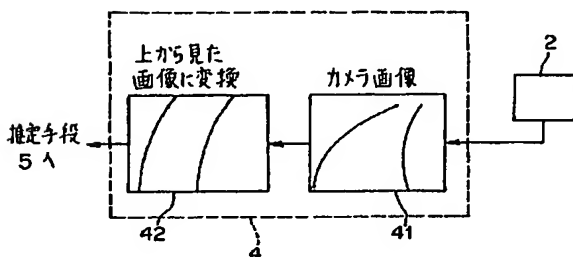
- \* 1 車両
- 2 カメラ
- 3 画像情報処理手段
- 4 走行レーン推定手段
- 4 A 横ずれ量算出手段
- 5 制御トルク算出手段
- 5 A 制御トルク補正手段
- 6 制御手段 (コントローラ)
- 7 カント情報検出手段
- 10 20 ステアリングホイール (ハンドル)
- 21 操舵アクチュエータ
- 22 操舵輪
- 23 スイッチ
- 24 作動表示部
- 25 ローパスフィルタ
- 31 横加速度センサ (横 G センサ)
- 32 車速センサ
- 33 操舵角センサ
- L C 道路中心線

\* 20

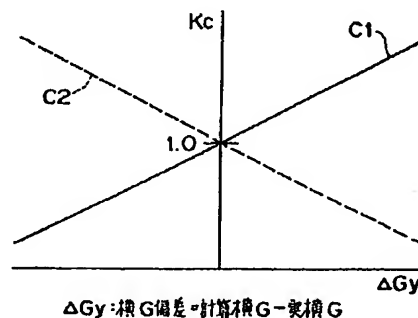
【図 1】



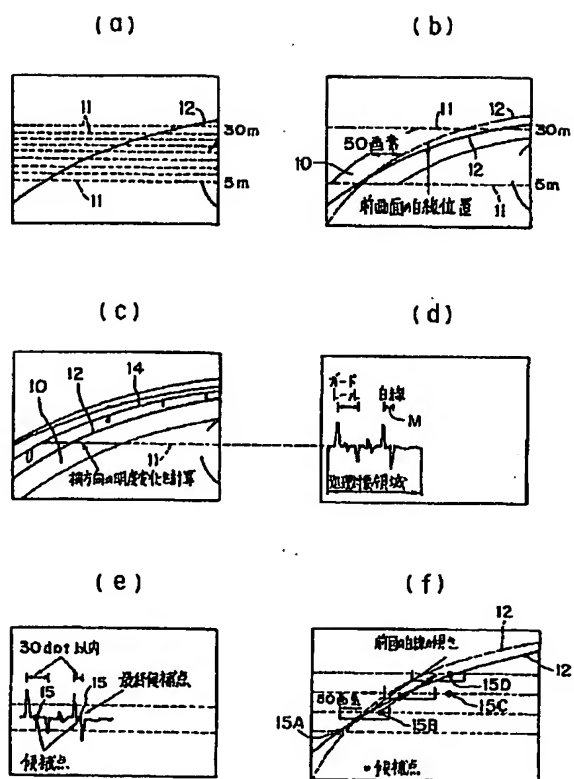
【図 2】



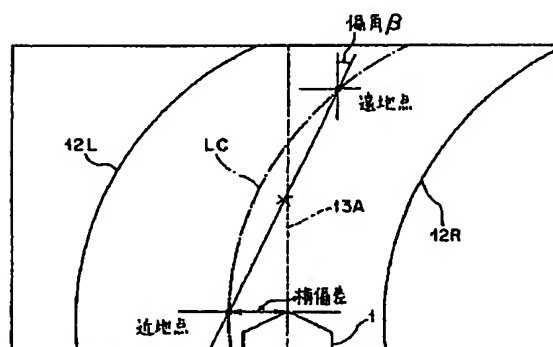
【図 7】



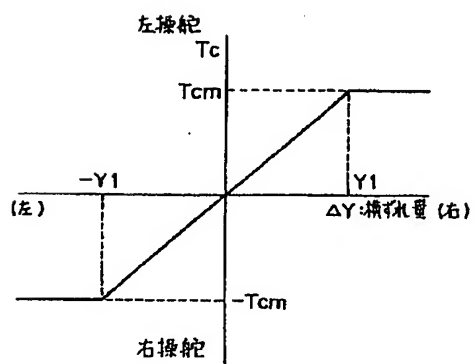
【図 3】



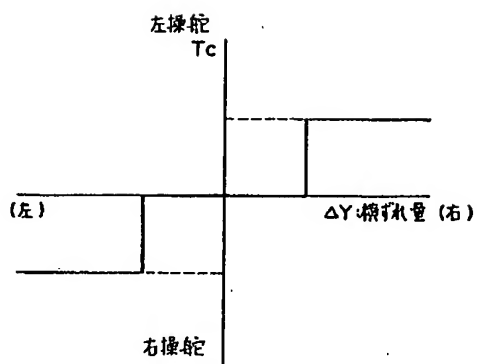
【図 4】



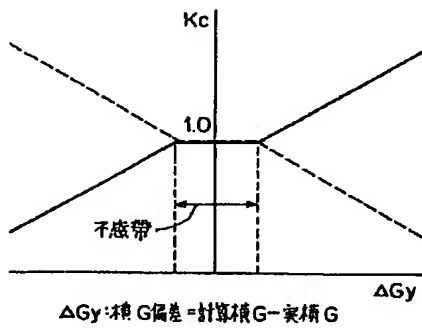
【図 5】



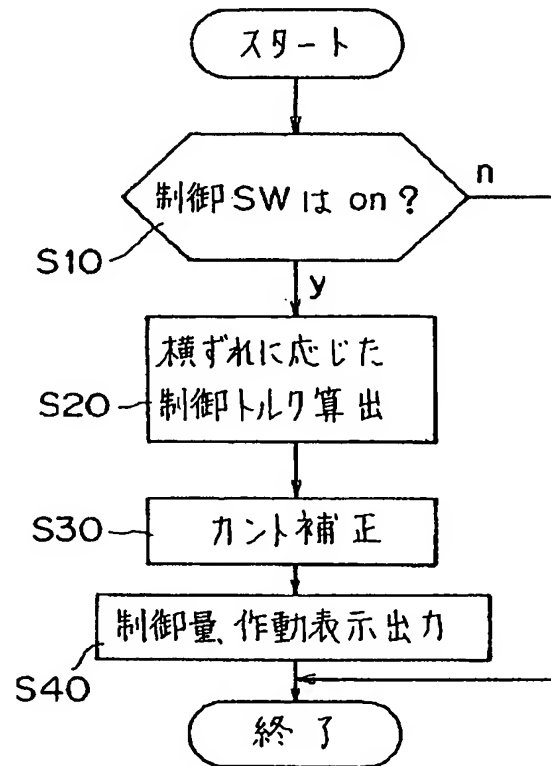
【図 6】



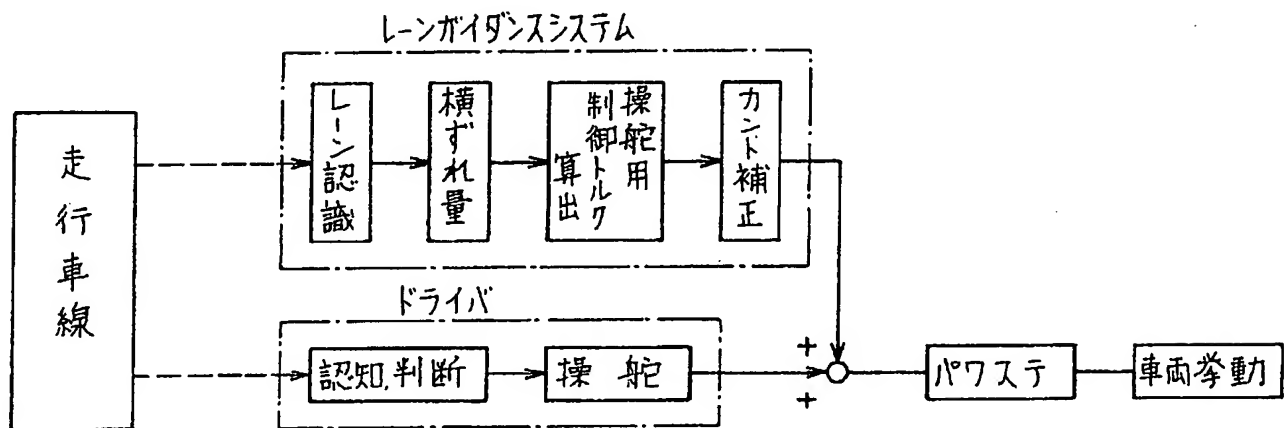
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【公報種別】特許法第 1 7 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 3 区分

【発行日】平成 1 3 年 7 月 1 9 日 ( 2 0 0 1 . 7 . 1 9 )

【公開番号】特開平 1 1 - 7 3 5 9 6

【公開日】平成 1 1 年 3 月 1 6 日 ( 1 9 9 9 . 3 . 1 6 )

【年通号数】公開特許公報 1 1 - 7 3 6

【出願番号】特願平 9 - 2 3 3 0 8 7

【国際特許分類第 7 版】

G08G 1/09

1/16

【 F I 】

G08G 1/09 V

1/16 C

【手続補正書】

【提出日】平成 1 2 年 7 月 2 5 日 ( 2 0 0 0 . 7 . 2 5 )

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 9】したがって、本車線逸脱防止装置は、図 1

に示すように、走行車線に対する自車両の位置を認識するために、車両 1 の前方の道路状態を撮像する撮像手段としてのカメラ 2 と、カメラ 2 からの画像情報から画像情報を適宜処理して前方道路上の左右の白線位置を認識する画像情報処理手段 3 と、この画像情報処理手段 3 による白線位置画像情報から車両の走行レーン（走行車線）の基準位置に対する横ずれ量  $\Delta Y$  を算出する横ずれ量算出手段 4 A とをそなえている。